

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-226671

(43)Date of publication of application : 15.08.2000

(51)Int.Cl.

C23C 18/31
// H01L 21/288

(21)Application number : 11-030230

(71)Applicant : EBARA CORP

(22)Date of filing : 08.02.1999

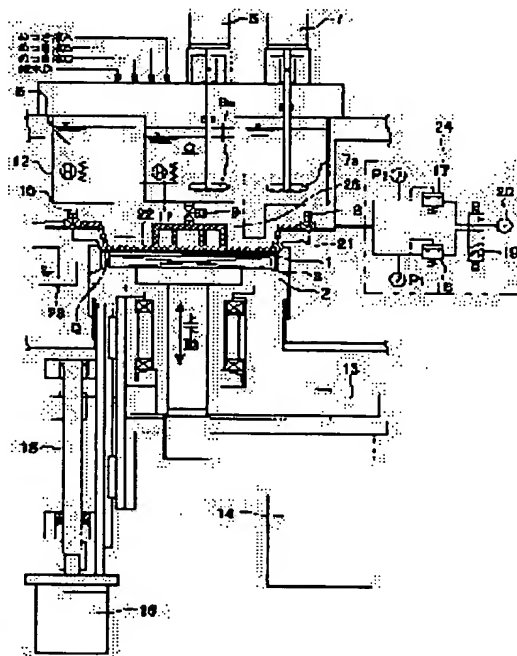
(72)Inventor : SENDAI SATOSHI
IKEGAMI TETSUMASA
MISHIMA KOJI
INOUE HIROAKI
OKUYAMA SHUICHI

(54) ELECTROLESS PLATING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electroless plating device which is capable of reducing incomplete plating or irregular plating, small in degradation of a plating solution and change in concentration of the composition of the plating solution, capable of keeping the plating temperature at a specified temperature, stable in plating quality, and capable of avoiding the increase in the cost in disposing the solution and the excessive burden on the environment.

SOLUTION: In an electroless plating device to form a metallic plating film on a surface to be plated by bringing the electroless plating solution in contact with a surface of a substrate to be plated, the surface of the substrate 1 to be plated is faced upward, a space in which the surfaces to be plated are opposite to each other and sealed is formed in a plating cell 22, the electroless plating solution is fed into the sealed space from an initial make-up tank through a plating solution feed valve 9, and the plating is achieved by feeding the pressure pulsation to the sealed space from a pressure pulsation generation part 24.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

BEST AVAILABLE COPY

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード (参考)

C 2 3 C 18/31

C 2 3 C 18/31

E 4 K 0 2 2

// H 0 1 L 21/288

H 0 1 L 21/288

E 4 M 1 0 4

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-30230

(22) 出願日 平成11年2月8日 (1999.2.8)

(71) 出願人 000000239

株式会社荏原製作所

東京都大田区羽田旭町11番1号

(72) 発明者 千代 敏

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社
荏原製作所内

(72) 発明者 池上 徹真

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社
荏原製作所内

(74) 代理人 100087066

弁理士 熊谷 隆 (外1名)

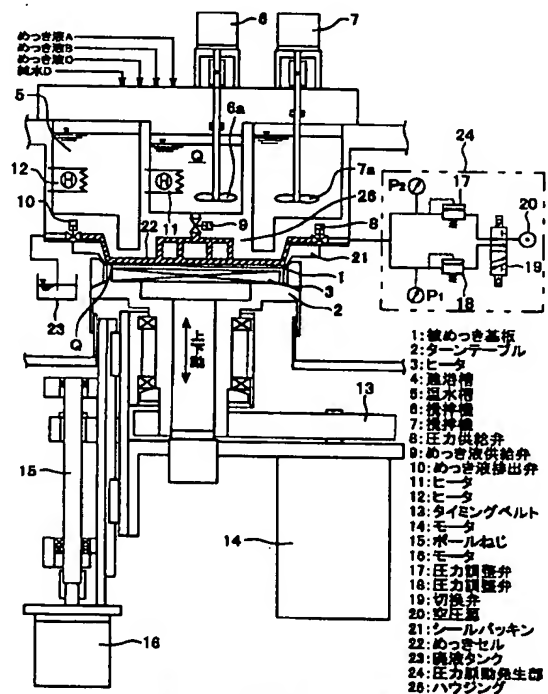
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無電解めっき装置

(57) 【要約】

【課題】 めっき欠け、めっきムラを少なくすることができ、めっき液の劣化、めっき液組成の濃度変化が少なく、めっき温度を所定の一定温度に保持でき、品質の安定しためっきを行なうことができ、且つ廃液に伴うコスト上昇及び環境への過大な負担を回避できる無電解めっき装置を提供する。

【解決手段】 被めっき基板のめっき処理面に無電解めっき液を接液させ該めっき処理面に金属めっき膜を形成する無電解めっき装置において、被めっき基板1のめっき処理面を上向きとすると共に、該めっき処理面が対面して密閉される空間をめっきセル22内に形成し、該密閉空間に無電解めっき液をめっき液供給弁9を介して建浴槽4から供給し、密閉空間に圧力脈動発生部24から圧力脈動を供給してめっきを行なう。



本発明に係る無電解めっき装置の構成例

【特許請求の範囲】

【請求項1】 被めっき基板のめっき処理面に無電解めっき液を接液させ該めっき処理面に金属めっき膜を形成する無電解めっき装置において、

前記被めっき基板のめっき処理面を上向きとすると共に、該めっき処理面が対面して密閉される密閉空間を形成する密閉空間形成手段と、該密閉空間に無電解めっき液を供給するめっき液供給手段を設け、該密閉空間に無電解めっき液を供給して無電解めっきを行なうことを特徴とする無電解めっき装置。

【請求項2】 請求項1に記載の無電解めっき装置において、

前記密閉空間に被めっき基板に所定のめっきを施すのに必要最小限度の無電解めっき液を供給し、該無電解めっき液を静止させた状態で無電解めっきできるように構成したことを特徴とする無電解めっき装置。

【請求項3】 請求項1又は2に記載の無電解めっき装置において、

前記密閉空間内の圧力が大気圧より高く、その圧力を脈動させる圧力脈動手段を設けたことを特徴とする無電解めっき装置。

【請求項4】 請求項1乃至3のいずれか1に記載の無電解めっき装置において、

前記密閉空間の近傍に建浴槽を設け、無電解めっきを行なう直前に該密閉空間に建浴した前記必要最小限度の無電解めっき液を供給できるように構成したことを特徴とする無電解めっき装置。

【請求項5】 請求項1乃至4のいずれか1に記載の無電解めっき装置において、

前記必要最小限度の無電解めっき液でめっきした後、該無電解めっき液を循環再利用することなく廃液として処理するように構成したことを特徴とする無電解めっき装置。

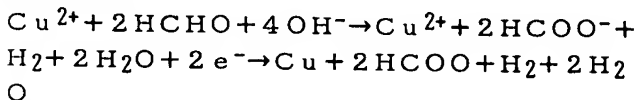
【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は半導体ウエハ等の被めっき基板に銅めっき等の金属めっきを無電解で行なう無電解めっき装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、無電解銅めっきにより、半導体基板等の基板の配線層等の形成が行なわれている。この無電解銅めっきにおいては、水素ガスが発生し、該水素ガスがめっきに不都合な問題を起こす。例えば還元材としてホルマリン（HCHO）を使用する無電解銅めっきの析出反応は、



であり、必ず水素ガス（H₂）が発生する。

【0003】 このため、図1に示すように、表面に微細

溝や穴102が形成されている被めっき基板101にめっきを施す場合、図1（a）に示すように、めっき面101aを下向き、又は図1（b）に示すようにめっき面101aを立てた状態でめっきを行なうと、微細溝や穴102中のめっき液Q中に発生した水素ガス（H₂）気泡103が逃げ切れず、めっき欠け104が発生する原因となる。

【0004】 また、無電解めっきの特性上、上記のように水素ガスの発生は避けることができない。従来の無電解銅めっきでは、めっき液をポンプ又はエアーで攪拌しながらめっきを行なっている。そのため、めっき表面で発生した水素ガス気泡103がこの攪拌によりめっき表面を移動する。水素ガス気泡103がめっき表面に滞留している個所はめっきが付かないため図2に示すように、水素ガス気泡103が動いた方向（矢印106の方向）に、被めっき基板101のめっき面101aにめっきムラ105が発生するという問題がある。

【0005】 また、めっき面101aの水素ガス気泡103を除去するため、従来はめっき治具に被めっき基板を挟持間的懸架させ、該治具に外部から衝撃を与えてめっき面101aから気泡を離脱させていた。しかしながらこの方法ではめっき治具、被めっき基板に損傷を与える危険性を含んでおり被めっき基板101へのめっきには好ましい方法ではなかった。

【0006】 また、従来の無電解銅めっきにおいては、めっき処理槽及びめっき液循環槽を備え、めっき液を循環してめっきを行なっていた。また、めっき液の建浴は建浴専用の建浴槽を備え、この建浴槽で建浴するか、若しくは循環槽で行なっていた。このため建浴直後から無電解銅めっき特有の不都合な反応（カニツソーロ反応、不均化反応）が無電解めっき液中で起き、めっき液の劣化、めっき液組成の濃度変化等の問題があった。

【0007】 また、従来の無電解銅めっき装置では、図3に示すように、前処理槽111、水洗槽112、めっき槽113、水洗槽114、乾燥槽115を具備し、治具120に挟持又は懸架した被めっき基板101をそれぞれの槽に順次浸漬してめっき処理をおこなっている。このため装置の設置面積が大きくなり、特に半導体製造設備のクリーンルーム内に設置する場合、床面荷重、設置面積等が問題となる。なお、図3において、117は前処理槽111に前処理液を循環させるポンプ、118はめっき槽113にめっき液を循環させるポンプ、119は乾燥槽115に乾燥空気を送る送風機である。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は上述の点に鑑みてなされたもので、上記従来の問題を除去し、めっき欠け、めっきムラを少なくすることができ、めっき液の劣化及びめっき液組成の濃度変化が少なく品質の安定しためっきを行なうことができる無電解めっき装置を提供することを目的とする。

【0009】また、極めて安定した品質のめっきを行なうためにめっきが終了しためっき液を廃液として処理しても、廃液に伴うコスト上昇及び環境への過大な負担を回避でき、小型軽量でクリーンルーム内に設置するのに好適で、且つめっき温度を所定の一定温度に保持できる無電解めっき装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため請求項1に記載の発明は、被めっき基板のめっき処理面に無電解めっき液を接液させ該めっき処理面に金属めっき膜を形成する無電解めっき装置において、被めっき基板のめっき処理面を上向きとすると共に、該めっき処理面が対面して密閉される密閉空間を形成する密閉空間形成手段と、該密閉空間に無電解めっき液を供給するめっき液供給手段を設け、該密閉空間に無電解めっき液を供給して無電解めっきを行なうことを特徴とする。

【0011】上記のように、被めっき基板のめっき処理面を上向きとすることにより、無電解めっきにおいてめっき液中に必ず発生する水素ガス気泡は浮力により上方に移動するため、被めっき基板のめっき面、微細溝や穴に留まる水素ガス気泡の数及び量は少なくなり、めっき欠けを少なくすることができる。

【0012】また、請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の無電解めっき装置において、密閉空間に被めっき基板に所定のめっきを施すのに必要最小限度の無電解めっき液を供給し、該無電解めっき液を静止させた状態で無電解めっきできるように構成したことを特徴とする。

【0013】上記のように、必要最小限度の無電解めっき液を密閉空間に供給し、静止させた状態でめっきすることにより、水素ガス気泡がめっき面を移動しないので、図2に示すようなめっき面に発生するめっきムラを最小に抑えることができる。

【0014】また、請求項3に記載の発明は、請求項1又は2に記載の無電解めっき装置において、密閉空間内の圧力が大気圧より高く、その圧力を脈動させる圧力脈動手段を設けたことを特徴とする。

【0015】上記のように、圧力脈動手段で無電解めっき液を供給した密閉空間内の圧力を大気圧より高くし、該圧力を脈動させるので、加圧により水素ガス気泡の無電解めっき液中への溶解が促進されると共に、圧力を脈動させることにより、水素ガス気泡の離脱を促進させることができる。即ち、図4(a)に示すように、被めっき基板101のめっき面101aの付着した水素ガス気泡103は加圧により、図4(b)に示すように収縮し、めっき面101aから離脱し、更に減圧により図4(c)に示すように膨張してめっき面101aから完全に離脱する。

【0016】また、請求項4に記載の発明は、請求項1乃至3のいずれか1に記載の無電解めっき装置におい

て、密閉空間の近傍に建浴槽を設け、無電解めっきを行なう直前に該密閉空間に建浴した必要最小限度の無電解めっき液を供給できるように構成したことを特徴とする。

【0017】上記のように、めっきの直前に密閉空間(めっき処理部)近傍に設けた建浴槽で建浴し必要最小限度のめっき液を、建浴直後に該密閉空間に供給してめっきを行なうことにより、建浴直後から無電解銅めっき特有の不都合な反応(カニッツーロ反応、不均化反応)が起き、めっき液の劣化、めっき液組成の濃度変化が起きる前にめっきが終了するので、品質の極めて安定しためっきを行なうことができる。

【0018】また、請求項5に記載の発明は、請求項1乃至4のいずれか1に記載の無電解めっき装置において、必要最小限度の無電解めっき液でめっきした後、該無電解めっき液を循環再利用することなく廃液として処理するように構成したことを特徴とする。

【0019】上記のように、めっきした後の無電解めっき液を循環再利用することなく廃液として処理するので、品質の極めて安定しためっきを行なうことができ、且つ1回毎の成膜(めっき膜の成膜)に費やす無電解めっき液量は必要最小限度に抑えられるので、廃液に伴うコスト上昇及び環境への過大な負担を回避できる。

【0020】また、請求項1乃至5のいずれか1に記載の無電解めっき装置において、被めっき基板はターンテーブルに保持され、めっき終了後該被めっき基板を該ターンテーブルに保持した状態で水洗、乾燥を行なうことができるように構成したことを特徴とする。

【0021】上記のように、被めっき基板をターンテーブルに保持し、めっき終了後該被めっき基板を該ターンテーブルに保持した状態で水洗、乾燥を行なうので、めっき処理、水洗処理、乾燥処理を一個所で行なうことができ、装置の設置スペースが小さくでき、クリーンルームに設置するのに好適な装置となる。

【0022】また、請求項1乃至5のいずれか1に記載の無電解めっき装置において、密閉空間の上部近傍に保温用水温槽を設け、被めっき基板の下部に保温用ヒータを設けたことを特徴とする。

【0023】上記のように、密閉空間の上部に保温用水温槽、被めっき基板の下部に保温用ヒータを備えることにより、無電解めっきの品質(膜厚均一性、再現性、めっき膜電導度等)を左右する因子として最も重要なめっき温度を一定に保つことができる。

【0024】また、請求項2乃至5のいずれか1に記載の無電解めっき装置において、必要最小限度の無電解めっき液量は所定の析出金属当量数の1.5~20倍のイオンを溶質として含む液量の範囲にすることを特徴とする。

【0025】また、請求項3乃至5のいずれか1に記載の無電解めっき装置において、圧力脈動手段は、圧力振

幅が0~1MPa、周波数が0~10Hzの範囲で圧力脈動させる機能を具備することを特徴とする。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態例を図面に基いて説明する。図5は本発明に係る無電解めっき装置の構成例を示す図である。図5において、2は上面に半導体基板等の被めっき基板1を保持するターンテーブルであり、該ターンテーブル2の内部には保温用のヒータ3が設けられている。また、ターンテーブル2はモータ16によりボールねじ15を介して上下動できるように構成されると共に、モータ14によりタイミングベルト13を介して回転できるように構成されている。

【0027】ターンテーブル2の上方には下面が開放されためっきセル22が配置され、該めっきセル22の下端外周にはハウジング26に保持された被めっき基板1に密接するシールパッキン21が設けられている。即ち、ターンテーブル2を上昇させ被めっき基板1の表面をシールパッキン21に密接させた状態でめっきセル22内は密閉空間となる。該密閉空間は後に詳述するように、被めっき基板1に所定のめっきを施すのに必要最小限度のめっき液（無電解めっき液）を収容する容積を有している。

【0028】めっきセル22の上方近傍には建浴槽4が配置され、該建浴槽4内にはめっき液A、めっき液B、めっき液C及び純水Dが供給されるようになっており、内部には攪拌機6から延びる攪拌羽根6aが配置されると共に、ヒータ11が配置されている。また、建浴槽4内のめっき液はめっき液供給弁9を介してめっきセル22内に供給されるようになっている。

【0029】建浴槽4の外周近傍には温水槽5が配置され、温水槽5内には攪拌機7から延びる攪拌羽根7aが配置されると共に、ヒータ12が配置されている。10はめっきセル22内のめっき終了後のめっき液を排出するためのめっき液排出弁であり、該めっき液排出弁10を通して排出されためっき液は廃液タンク23に流入するようになっている。また、8はめっきセル22内に圧力を供給するための圧力供給弁であり、該圧力供給弁8を通して圧力脈動発生部24からめっきセル22内の圧力を脈動させることができるようになっている。

【0030】圧力脈動発生部24は、高圧用の圧力調整弁17、低圧用の圧力調整弁18、圧力切替用の切替弁19及び空圧源20を具備し、例えば圧力振幅が0~1MPa、周波数が0~10Hzの範囲で圧力脈動させることができるようになっている。なお、P₁、P₂はそれぞれ圧力計である。

【0031】上記構成の無電解めっき装置において、めっきを行なう際はめっきセル22の下方に位置するターンテーブル2の上面に被めっき基板1を位置決めして保持させる。この状態でターンテーブル2をモータ16によりボールねじ15を介して上昇させ、被めっき基板1

の上面をシールパッキン21に密接させることにより、めっきセル22の下端開口を閉塞し、内部を密閉空間とする。この状態でめっき液供給弁9を開いて、建浴槽4内のめっき液Qをめっきセル22内に供給する。

【0032】めっきセル22内は被めっき基板1に所定のめっきを施すのに必要最小限度のめっき液Qを収容できる容積となっており、該めっきセル22内はこの必要最小限度のめっき液Qが収容される。ここで必要最小限度の無電解めっき液量は、所定の析出金属当量数の1.5~20倍のイオンを溶質として含む液量の範囲にする。また、めっきに際しては、圧力脈動発生部24から、上記のように圧力供給弁8を介して所定の圧力振幅、所定の周波数でめっきセル22内に圧力の脈動を与える。

【0033】被めっき基板1はターンテーブル2の上面にめっき処理面を上向きとして保持されているので、無電解めっきにおいてめっき液Q中に必ず発生する水素ガス気泡は浮力により上方に移動するため、被めっき基板1のめっき面、微細溝や穴に留まる気泡の数及び量は少なくなり、めっき欠けが少なくなる。また、必要最小限度のめっき液Qをめっきセル22内の密閉空間に供給し、静止させた状態でめっきすることにより、水素ガス気泡がめっき面を移動しないので、めっき表面に発生するめっきムラを最小に抑えることができる。

【0034】圧力脈動発生部24でめっきセル22内の密閉空間内の圧力を大気圧より高くし、圧力を脈動させることにより、上記のように、加圧により水素ガス気泡の無電解めっき液Q中への溶解が促進されると共に、圧力を脈動させることにより、水素ガス気泡のめっき表面からの離脱を促進させることができる（図4参照）。

【0035】また、めっきセル22の上方近傍に建浴槽4を配置し、被めっき基板1にめっきを施す直前に該建浴槽4で建浴した直後の必要最小限度のめっき液をめっきセル22に供給してめっきを行なうから、建浴直後から無電解銅めっき特有の不都合な反応（カニツソーロ反応、不均化反応）が起き、めっき液の劣化、めっき液組成の濃度変化が起きる前にめっきが終了するので、品質の極めて安定しためっきを行なうことができる。

【0036】また、めっきした後のめっきセル22内のめっき液Qをめっき液排出弁10を介して廃液タンク23に排出し、廃液として処理するので、品質の極めて安定した、めっきを行なうことができ、且つ1回毎の成膜に費やすめっき液量は必要最小限度に抑えているので、廃液に伴うコスト上昇及び環境への過大な負担を回避できる。また、めっきセル22の上部に温水槽5、ターンテーブル2の下部に保温用のヒータ3を設けているので、無電解めっきの品質（膜厚均一性、再現性、めっき膜電導度等）を左右する因子として最も重要なめっき温度を一定に保つことができる。

【0037】めっき終了後は上記のようにめっき液排出

弁 10 を開き、めっきセル 22 内のめっき液を廃液タンク 23 に排出し、モータ 16 によりボールねじ 15 を介してターンテーブル 2 を下降させ、図 6 に示す洗浄ノズル 25 から、めっき終了した被めっき基板 1 のめっき面に洗浄水（主に純水を）を噴射して、該めっき面を洗浄する。この洗浄に際し、洗浄ノズル 25 を揺動させると共に、モータ 14 でタイミングベルト 13 を介して被め

き基板 1 をゆっくり回転させながら洗浄を行なう。

【0038】洗浄終了後は被めっき基板 1 を高速回転させ、その遠心力で被めっき基板 1 に付着した洗浄液を飛散させ乾燥、即ちスピン乾燥させる。

【0039】なお、上記実施形態例では、無電解めっき装置でめっき処理及び乾燥処理をする例を示したが、めっきセル近傍に前処理液槽を設け、めっき処理の前にめっきセル 22 内に該前処理液槽から前処理液を供給して、前処理を行なった後、洗浄し、上記めっき処理、洗浄処理及び乾燥処理を行なうようにすれば、1 つの無電解めっき装置で、前処理、洗浄処理、めっき処理、洗浄処理及び乾燥処理を行なうことができ、これらの全部の処理を 1 台の装置で実施できる小型で設置スペースが少なくて済む装置を提供できる。

【0040】なお、上記実施形態例では、無電解銅めっきを行なう例を説明したが、本発明に係る無電解めっき装置はこれに限定されるものではなく、他の金属の無電解めっきにも利用できる。

【0041】

【発明の効果】以上説明したように各請求項に記載の発明によれば下記のような優れた効果が得られる。

【0042】請求項 1 に記載の発明によれば、被めっき基板のめっき処理面を上向きとすることにより、無電解めっきにおいて必ず発生する水素ガス気泡は浮力により上方に移動するため、被めっき基板のめっき面、微細溝や穴に留まる水素ガス気泡の数及び量が少なくなり、めっき欠けを少なくすることができる。

【0043】また、請求項 2 に記載の発明によれば、必要最小限度の無電解めっき液を密閉空間に供給し、静止させた状態でめっきすることにより、水素ガス気泡がめっき面を移動することなく、めっき面に発生するめっきムラを最小に抑えることができる。

【0044】また、請求項 3 に記載の発明によれば、圧力脈動手段で無電解めっき液を供給した密閉空間内の圧力を大気圧より高くし、圧力を脈動させるので、加圧により水素ガス気泡の無電解めっき液中への溶解が促進されると共に、圧力を脈動させることにより、水素ガス気泡の離脱を促進させることができる。

【0045】また、請求項 4 に記載の発明によれば、めっきの直前に密閉空間（めっき処理部）近傍に設けた建浴槽で建浴し必要最小限度のめっき液を、建浴直後に該密閉空間に供給してめっきを行なうことにより、建浴直後から無電解銅めっき特有の不都合な反応（カニツソー

ロ反応、不均化反応）が起き、めっき液の劣化、めっき液組成の濃度変化が起きる前にめっきが終了するので、品質の極めて安定しためっきを行なうことができる。

【0046】また、請求項 5 に記載の発明によれば、めっきした後の無電解めっき液を循環再利用することなく廃液として処理するので、品質の極めて安定しためっきを行なうことができ、且つ 1 回毎の成膜（めっき膜の成膜）に費やす無電解めっき液量は必要最小限度に抑えられるので、廃液に伴うコスト上昇及び環境への過大な負担を回避できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】無電解めっきに際して水素ガス気泡の振舞を説明するための図で、図 1（a）は被めっき基板のめっき表面を下向きに配置した場合、図 1（b）は被めっき基板のめっき表面を縦向きに配置した場合を示す。

【図 2】無電解めっきに際して水素ガス気泡の振舞により被めっき基板のめっき面に発生するめっきムラの状態を説明するための図である。

【図 3】従来の前処理、洗浄処理、めっき処理、洗浄処理及び乾燥処理を行う装置の概要を示す図である。

【図 4】本発明に係る無電解めっき装置で無電解めっき液が収容される密閉空間に圧力脈動を加えた場合の水素ガス気泡の振舞を説明するための図である。

【図 5】本発明に係る無電解めっき装置の構成例を示す図である。

【図 6】本発明に係る無電解めっき装置の構成例を示す図である。

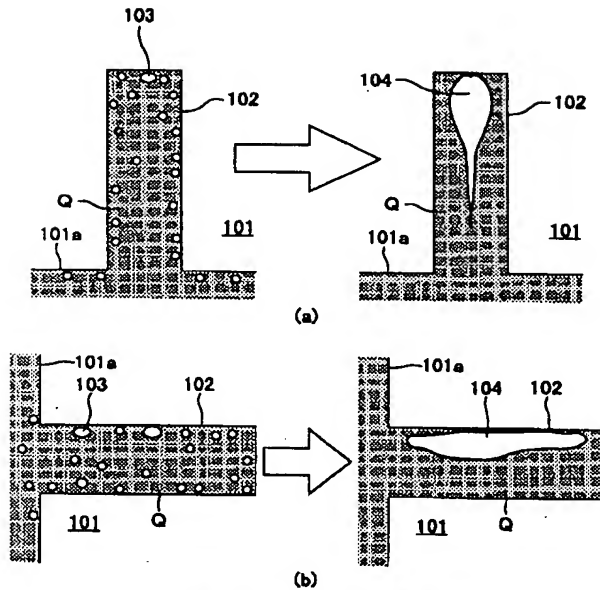
【符号の説明】

1	被めっき基板
2	ターンテーブル
3	ヒータ
4	建浴槽
5	温水槽
6	攪拌機
7	攪拌機
8	圧力供給弁
9	めっき液供給弁
10	めっき液排出弁
11	ヒータ
12	ヒータ
13	タイミングベルト
14	モータ
15	ボールねじ
16	モータ
17	圧力調整弁
18	圧力調整弁
19	切換弁
20	空圧源
21	シールパッキン
22	めっきセル

9

23 廃液タンク
24 圧力脈動発生部

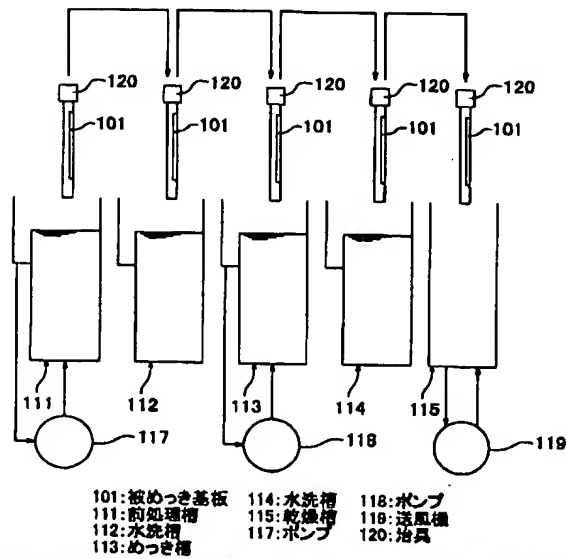
【図1】



101:被めっき基板 103:水素ガス気泡
101a:めっき面 104:めっき欠け
102:微細溝や穴 Q:めっき液

無電解めっきに際して水素ガス気泡の振舞

【図3】

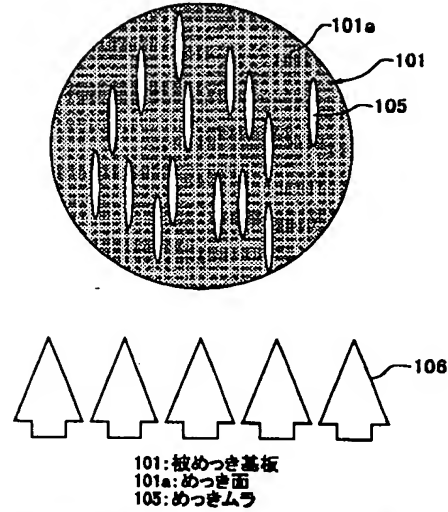


従来の前処理、洗浄処理、めっき処理、洗浄処理及び乾燥処理を行う装置の概要

10

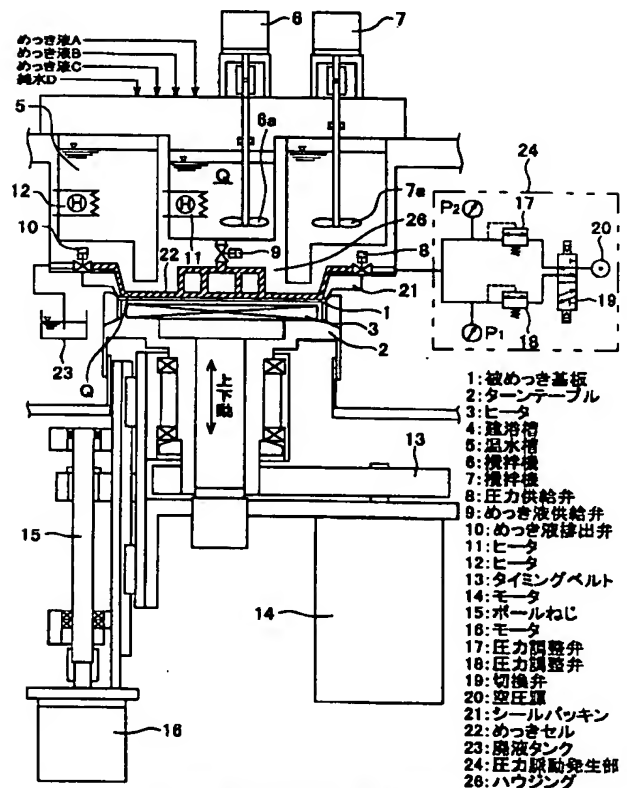
25 洗浄ノズル
26 ハウジング

【図2】



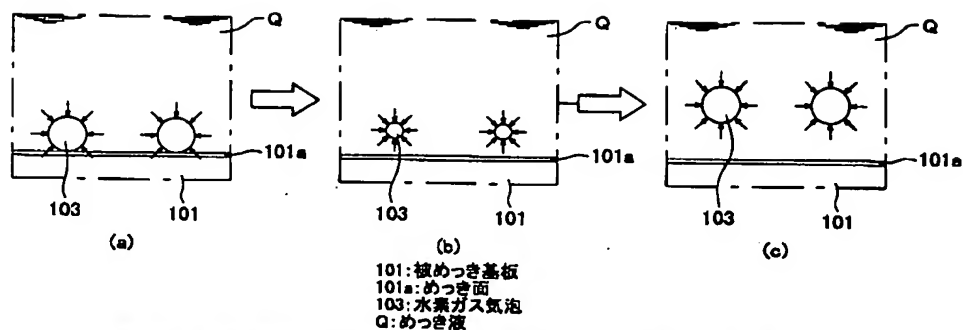
水素ガス気泡の振舞によりめっき面に発生するめっきムラの状態

【図5】



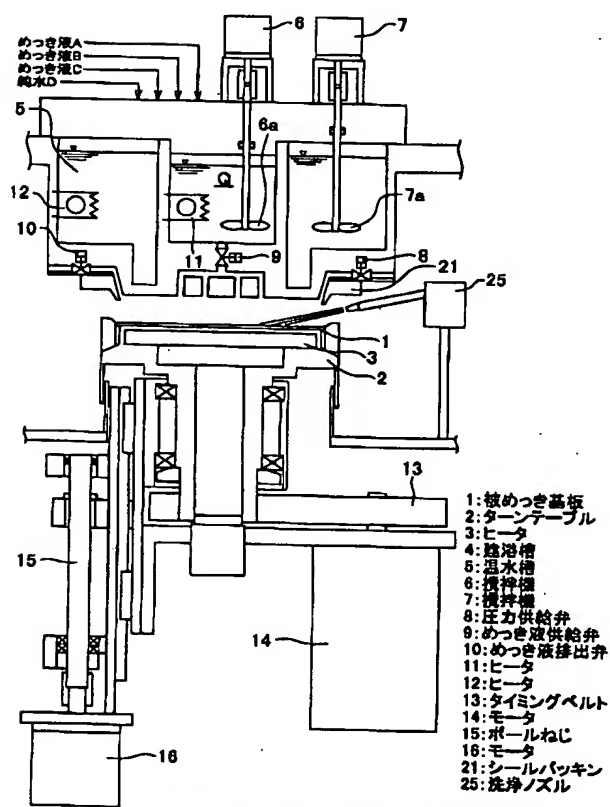
本発明に係る無電解めっき装置の構成例

【図4】



無電解めっき液が収容される密閉空間に圧力脈動を加えた場合の水素ガス気泡の振舞

【図6】



本発明に係る無電解めっき装置の構成例

フロントページの続き

(72)発明者 三島 浩二
東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社
荏原製作所内

(72)発明者 井上 裕章
東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社
荏原製作所内

(72)発明者 奥山 修一
東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社
荏原製作所内

Fターム(参考) 4K022 AA42 BA08 DA01 DB14 DB15
DB20 DB24 DB30 EA02
4M104 BB04 DD53